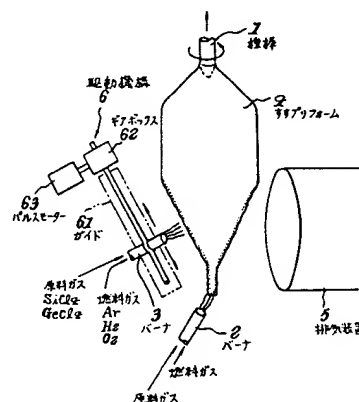


JP 363074932 A  
APR 1988

88-130565/19 L01 V07 FUJD 13.09.86 L(1-F3F2)  
FUJIKURA CABLE WORKS KK \*J6 3074-932-A  
13.09.86-JP-216126 (05.04.88) C03b-20 C03b-37/01 G02b-06  
Prod'n. of optical fibre base - by blowing glass particles from burners  
to form deposit and rotating to form preform  
C88-058572

Glass particles are blown from one or more burner(s) to be deposited, while deposited body is rotated and moved along its rotation axis, to form a preform. At least one of the burners is moved at a high speed for a predetermined distance diagonally from the axis and stopped there for a certain time. The flow of at least material gas sent to the burner is changed as a function of this position.

USE - Distribution of refraction factor can be controlled stably and simply. (8pp Dwg.No.1/11)



© 1988 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101  
Unauthorised copying of this abstract not permitted.

442

5/277

65-3.12



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-74932

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 昭和63年(1988)4月5日  
C 03 B 37/018 Z-6674-4G  
20/00 7344-4G  
// G 02 B 6/00 3 5 6 A-7370-2H 審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 光ファイバ母材の製造方法

⑯ 特 願 昭61-216126

⑰ 出 願 昭61(1986)9月13日

⑱ 発 明 者 山 内 良 三 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内  
⑲ 発 明 者 宮 本 末 広 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内  
⑳ 発 明 者 大 橋 立 行 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内  
㉑ 発 明 者 西 出 研 二 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内  
㉒ 出 願 人 藤倉電線株式会社 東京都江東区木場1丁目5番1号  
㉓ 代 理 人 弁理士 佐藤 祐介

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光ファイバ母材の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 透明ガラス化することにより光ファイバ用ガラスとなるガラス微粉末を発生する1本または複数本のバーナを有し、このバーナから発生したガラス微粉末が吹き付けられて堆積させられた堆積体を、回転させながらその回転軸方向に移動させて、円柱状のガラス微粉末プリフォームを形成することにより光ファイバ母材を製造する方法において、上記バーナのうち少なくとも1本のバーナを、上記回転軸を含む面内で該軸に対して斜め方向に予め定められた距離だけ高速に移動させ且つ移動後所定時間停止させることを繰り返すようにしながら移動させるとともに、該バーナに送り込むガスのうち少なくとも原料ガスの流量を該バーナの位置の関数として変化させるようにしたことを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

(2) 上記バーナは、非直線な軌跡上に移動させ

られることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ母材の製造方法。

(3) 上記バーナは、移動範囲の上記回転軸から離れる側の端部において該軸に対して実質的に直角な方向を向き、該軸に近付いた側の他端部において該軸に対して45°よりも小さい角度の方向を向くよう、角度が移動に伴って変えられることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ母材の製造方法。

(4) 上記バーナによる加熱量を、上記バーナの移動範囲の上記回転軸から離れる側の端部において多くし、該軸に近付いた側の他端部において少なくして、上記バーナにより加熱されるガラス微粉末プリフォームの表面温度を制御することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ母材の製造方法。

(5) 上記バーナの熱源は、該バーナに供給された燃料ガスの燃焼によるものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ母材の製造方法。

(6) 上記バーナの熱源は、OH基を発生しないものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ母材の製造方法。

(7) 上記バーナに供給される燃料ガスの流量を、上記バーナの移動範囲の上記回転軸から離れる側の端部において増加させ、該軸に近付いた側の他端部において減少させることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の光ファイバ母材の製造方法。

(8) 上記ガラス微粉末プリフォームの回転中心軸付近に固定される別のガラス微粉末発生用バーナを有し、該バーナによって細いガラス微粉末プリフォームを形成しながら、該細いプリフォームの外側に上記移動するバーナによるガラス微粉末堆積を行うようにした特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ母材の製造方法。

(9) 予め用意した透明ガラス棒を、その軸の周りに回転させながら軸方向に移動させ、該透明ガラス棒の外側に上記移動するバーナによるガラス微粉末堆積を行うようにした特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ母材の製造方法。

を変化させることにより、半径方向に所望のドーパント濃度分布を有するすす層93を形成する。このすす層93は、最終的には高温の加熱炉内で透明ガラス化され半径方向に所定の屈折率分布を持つ光ファイバプリフォームとされる。

#### 【発明が解決しようとする問題点】

しかし、外付法において、すす堆積のターゲットとなった中心のマンドレル91は、すす層93を透明化する前かあるいは後に除去する必要があるが、これによってプリフォームの中心部に穴が生じてしまう。そしてこの穴は、様々な意味で高品質の光ファイバを製造する上で障害となる。

すなわち、まず第1に、この穴が金属不純物やごみなどで汚染された場合には、この穴が中心付近にあることから、コアとなるべき部分が汚染されることになり、中心付近の穴は低損失化の障害を与えるチャンスを作るだけの作用をすることになる。

第2に、プリフォーム中心の穴に面した部分から加熱時にドーパントが揮散するので、これによ

### 3. 発明の詳細な説明

#### 【産業上の利用分野】

この発明は、低損失で且つ屈折率分布が制御された通信用光ファイバの製造方法に関し、特に、ガラス微粉末（以下、すすと称する）を一旦所定の形状に堆積した上で、このプリフォームを加熱して透明ガラス化することにより光ファイバ母材を製造する方法に関する。

#### 【従来の技術】

すすを一旦所定の形状に堆積した上で、このプリフォームを加熱して透明ガラス化することにより光ファイバ母材を製造する方法として、従来より、いわゆる外付法とVAD法とが知られている。

外付法では、第9図に示すように、バーナ92の火炎内に金属ハロゲン化物などのガラス原料ガスを供給し、火炎加水分解反応によりすすを生成し、このすすを細長いマンドレル91の外側に吹き付け堆積してすす層93を形成する。通常数10回以上バーナ92をマンドレル91の長手方向に往復移動させ、その間に堆積するガラスの組成

り第10図に示すような中心部にディップ（落込み部）を有する形状の屈折率分布になりやすい。

他方、VAD法により、たとえばグレーデッド型光ファイバを作製する場合、すす堆積プリフォームの下端部の表面の温度などを調整しながら屈折率分布を所望の形状に制御する必要があるが、実際には、何度ものトライ、アンド、エラーの繰り返しを行わなければならないのが現状である。さらに表面温度だけでなく、原料ガスの流量やすすプリフォームの下端部の表面形状など、屈折率分布に影響を与える要素は余りにも多く、きわめて煩雑なものとなっている（特開昭55-75943号公報に詳しく述べられている）。

また、VAD法の変形として第11図に示すような複数本のバーナ94を使用するものが提案されている（特公昭56-33327号公報）。この場合、複数本のバーナ94の各々に供給する原料ガスの濃度を変えてすすの堆積を行うことにより屈折率分布を形成している。しかし、実際には、複数本のバーナを隣接して並べると、バーナ同士が互い

に干渉しあって個々のバーナによるすす堆積工程が不安定になり、とても屈折率分布制御などできない。すなわち、いわゆるVAD法において、よく知られているように、屈折率を制御するために通常用いられているドーパントの四塩化ゲルマニウム( $\text{GeCl}_4$ )の酸化反応は、一部は火炎内で行われるが、多くは、堆積したすすプリフォームの表面で行われる。つまり、Geのドーパ量は、バーナにより加熱されているすすプリフォームの表面温度に大きく依存する。このことから、複数のバーナが接近している場合には1本の場合よりもその表面温度は上昇しがちとなり、ドーピングは不安定になる。

この発明は、屈折率分布にディップなどを生じることなく、低損失化が容易であり、且つ煩雑な調整を必要とせず、実質的に安定な屈折率制御を行うことができる光ファイバ母材の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【問題点を解決するための手段】

この発明によれば、すす発生用のバーナのうち

分布の制御が容易である。

#### 【実施例】

第1図に示すように、種棒1に対してバーナ2を固定するとともに、バーナ3を移動させるよう構成する。これらのバーナ2、3は、すす(ガラス微粉末)を発生するもので、これらによって発生させられたすすを種棒1の先端に堆積し、この種棒1を回転させながら上方に引き上げていき、すすの堆積によってすすプリフォーム4を形成する。このすすプリフォーム4は加熱して透明ガラス化すると光ファイバ用ガラスプリフォームとなるべきものである。これらのバーナ2、3の排気ガスなどを排気するために排気装置5が設けられている。

バーナ3は、駆動機構6によってプリフォーム4の回転軸を含む面内においてこの軸に対して斜め方向(この実施例では回転軸に対しておよそ40°の角度の直線方向)に移動するようにされている。すなわち、駆動機構6はバーナ3を上記の斜め方向に案内するガイド61と駆動源たる高速

少なくとも1本のバーナを、プリフォーム回転軸を含む面内で該軸に対して斜め方向に予め定められた距離だけ高速に移動させ且つ移動後所定時間停止させることを繰り返すようにしながら移動させるとともに、該バーナに送り込むガスのうち少なくとも原料ガスの流量を該バーナの位置の関数として変化させるようにして、すすを堆積してすすプリフォームを作るようにしている。

#### 【作用】

すす発生用のバーナのうち少なくとも1本のバーナを、プリフォーム回転軸を含む面内で該軸に対して斜め方向に予め定められた距離だけ高速に移動させ且つ移動後所定時間停止させることを繰り返すようにしながら移動させるようにしているので、その各停止位置毎に1本ずつのバーナを固定したのと同じになる。しかも実際は1本であるから、複数のバーナが相互に干渉し合うという不都合を避けることができる。そして、このバーナに送り込む原料ガスの流量を該バーナの位置の関数として変化させるようにしているので、屈折率

のバルスモーター63と回転運動を直線運動に変換するギアボックス62とからなる。このバルスモーター63は、バルスモーター駆動装置64を介してコンピュータ65によって制御され、たとえば16ステップの位置をバーナ3がとるように各ステップの位置の間の移動を行う。この移動に要する時間すなわち移動モードの時間は、バーナ3が停止しているときの時間即ち停止モードの時間に比べて十分に短くする。この実施例では、バーナ3の移動は速度500mm/秒とした。バーナ3の移動範囲は200mmとしたので、この距離を16ステップ(即ち、ステップ間隔の数は15であり、15回移動する)で移動することになり、ステップ間の移動に要する時間は0.028秒強と非常に短い。この実施例ではグレーデッド型マルチモード光ファイバを作製することとし、最下端のステップ番号0から数えて最上端のステップ番号15までの各ステップにおけるバーナ3の停止時間を次の第1表のように定めた。さらにこのバーナ3に供給する原料 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{GeCl}_4$ のガ

特開昭63-74932 (4)

第1表

ステップ 番号	バーナ 停止時間 (秒)	SiCl <sub>4</sub> (単位:cc/分)	GeCl <sub>4</sub> (単位:cc/分)	Ar	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
0	1	30	10	0.5	6	5
1	1.3	35	11.5	0.5	6.5	5.5
2	1.6	40	12.8	0.5	7	6
3	1.9	45	13.9	0.5	7.5	6.5
4	2.2	50	14.8	0.5	8	7
5	2.5	55	15.4	0.5	8.5	7.5
6	2.8	60	15.6	0.5	9	8
7	3.1	65	15.5	0.5	9.5	8.5
8	3.4	70	14.9	0.5	10	9
9	3.7	75	13.9	0.5	10.5	10
10	4	80	12.3	0.5	11	11
11	4.3	85	10.2	0.5	12	12
12	4.6	90	7.5	0.5	13	13
13	4.9	95	4.1	0.5	14	14
14	5.2	100	1.0	0.5	15	15
15	5.5	105	0	0.5	16	16

ス及び燃料H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>のガスの流量を、コンピュータ65によりD/Aコンバータ群66を介して制御されるマスフローコントローラ67で変化し、次の第1表のようにした。

ここで、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>の流量を上端側ほど多くしたのは、プリフォーム4の直径が大きくなる結果、単位面積当りの加熱時間が短くなり、下端側に比べて温度が低くなることを避けるためである。すなわち、このように燃料ガスの流量を変えることで、プリフォーム4の表面温度を制御して、良好なすすの堆積を行っているのである。

この結果、1トラバースに要する時間は約53秒となった。なお、下端からすすの堆積を始めたバーナ3は上端に達した後、再び、下端に戻って下端から上端への動作を繰り返す。もちろん、第1表のステップを逆向きに戻ることもできる。こうして、すすプリフォーム4を成長させていき、最終的に直径約120mmのプリフォーム4を得た。

なお、中心付近に固定されるバーナ2には、第

2表に示すような条件でガスを供給し、結果として、中心部に直径約12mmの細いすすプリフォームを作製した。従って、移動バーナ3によって、この中心部の細いプリフォームの外側にすすを堆積したことになる。

このプリフォーム4を、最高温度800℃の加熱炉内で塩素含有ヘリウム雰囲気中で処理した。さらに、炉内最高温度を1630℃に増加すると共に、炉内雰囲気ヘリウム100%のガスで置換して、プリフォーム4を熱処理して透明ガラス化した。このとき、すす堆積プリフォーム4の収縮率は約8倍であった。この透明化後のプリフォームの屈折率分布をプリフォームアナライザで確認したところ、第3図に示すようなほぼ完全なグレーデッド型の屈折率分布が得られた。

これにより得られるプリフォームは、光ファイバのコアとなるべき部分であるから、この透明ガラス化後のプリフォームを13mmの直径となるように加熱炉内で延伸し、これを別途用意した石英ガラス管の中に挿入し、約2000℃の温度が

第2表

SiCl <sub>4</sub>	30 cc/分
GeCl <sub>4</sub>	10 cc/分
Ar	4 リットル/分
H <sub>2</sub>	2.5 リットル/分
O <sub>2</sub>	5.0 リットル/分

第3表

ステップ 番号	バーナ 停止時間 (秒)	SiCl <sub>4</sub> (単位:cc/分)	GeCl <sub>4</sub> (単位:cc/分)	Ar	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
0	1	30	0	1.0	6	6
1	3	70	8	1.0	12	12
2	10	105	0	1.0	18	18

第4表

SiCl <sub>4</sub>	30 cc/分
GeCl <sub>4</sub>	10 cc/分
Ar	300 cc/分
H <sub>2</sub>	2.5 リットル/分
O <sub>2</sub>	5.0 リットル/分

得られる酸水素バーナで、それらの間の間隙が潰れてなくなるようにコラプス操作を行った。さらに、このコラプス後のプリフォームを2100℃の加熱炉内で線引きし、光ファイバ化した。この光ファイバの伝送特性を測定したところ、波長1.3  $\mu\text{m}$ において伝送損失0.55dB/km、伝送帯域幅850 MHz (光ファイバ長さ1 kmにおいて)の高品質の光ファイバが得られたことが確認できた。なお、第3図を見る限り、屈折率分布にステップ移動による影響は何等ないが、これは、バーナ3の1トラバースに要する時間が約1分弱であり、この間のガラス堆積条件の変化は僅かであること、また1停止モード中のバーナ3によって堆積するすすの帯の幅は実効的に12 mm程度であり、各ステップの屈折率の段差をなくす方向に働いたことなどが作用したためと思われる。なお、ステップ数が10以下では、グレーデッド型光ファイバの場合伝送帯域幅の低下が観測された。

第4図の、第2の実施例では、駆動機構7として円弧状のガイド71を有し、パルスモーター7

3により可撓性ワイヤ72を介してバーナ3を駆動するものを用いている。この場合、バーナ3は移動範囲の上端ではほぼ水平方向を向き、下端では垂直な回転軸に対して約40°の角度方向を向くよう、方向を変えながら、ステップ的に移動させられる。このようにバーナ3の方向が変更されることにより、すすを円柱状に堆積していくことが良好に行える。

上記の実施例では、いずれも加熱源としてバーナに供給した燃料ガスの燃焼によるものを使用しているが、第5図に示すような誘導コイル32を有し、高周波プラズマ33を発生する高周波プラズマトーチ31を使用することもできる。他に抵抗加熱や誘導加熱を利用したバーナを用いてもよい。このような熱源を用いれば、OH基が発生しないため、低損失化の点で有利である。

上記のいくつかの実施例では、いずれも中心部に細いプリフォームを形成するための別の固定のバーナ2を用いたが、このような固定バーナ2は必ずしも必要ではなく、中心部に細いプリフォー

ムを形成する必要もない場合も多い。また、第6図のように、予め直径約10 mmほどの透明ガラス棒11を準備し、この外周面を酸水素バーナ21で火炎研磨しながら、その外周面に移動バーナ3によってすすを吹き付け堆積させるようにしてもよい。

また、グレーデッド型以外の屈折率分布にも容易に対応できる。たとえば、第7図のように、バーナ3のステップ数を3とし、上記の第3表のような条件で堆積を行った。中心部の細いプリフォーム用の固定のバーナ2には上記の第4表のような条件でガスを供給した。この結果、第8図に示すような特殊な屈折率分布を形成することができた。この屈折率分布を有する光ファイバは、いわゆる分散シフト光ファイバであり、第8図の屈折率分布の外側のリング状の高屈折率部分の直径を約14 mmとすることにより、波長1.55  $\mu\text{m}$ において波長分散をほぼ零とすることができた。

#### 【発明の効果】

この発明によれば、屈折率分布制御を安定に行

うことができる。しかも、煩雑な調整は不要であり、低損失化も容易である。さらに、屈折率分布の中央部にディップなどを生じることもない。

#### 4. 図面の簡単な説明

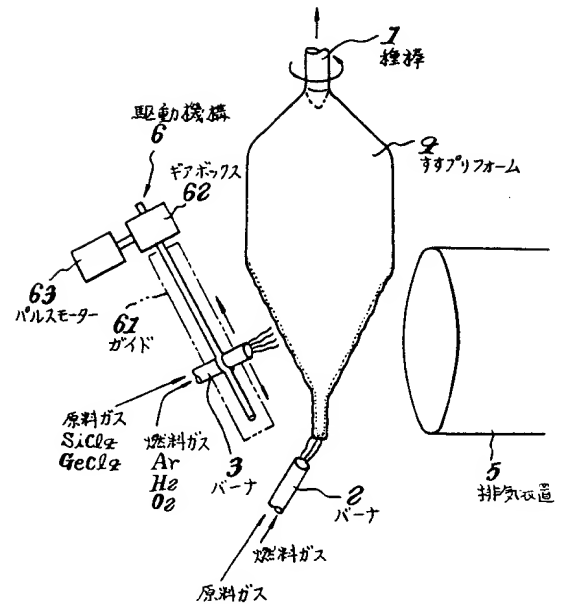
第1図はこの発明の第1の実施例の模式図、第2図は制御系のブロック図、第3図は第1の実施例で得られたプリフォームの屈折率分布を表すグラフ、第4図は第2の実施例の模式図、第5図は他の実施例の模式図、第6図は別の実施例の模式図、第7図はさらに別の実施例の模式図、第8図は第7図の実施例で得られた光ファイバの屈折率分布を表すグラフ、第9図は従来例の模式図、第10図は第9図で得られる光ファイバの屈折率分布を表すグラフ、第11図は他の従来例の模式図である。

1…種棒、2、3、21、92、94…バーナ、4…すすプリフォーム、5…排気装置、6、7…駆動機構、61、71…ガイド、62…ギアボックス、63、73…パルスモーター、64…パルスモーター駆動装置、65…コンピュータ、66

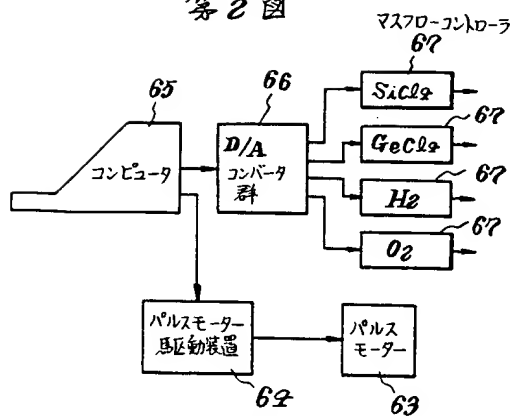
…D/Aコンバータ群、67…マスフローコントローラ、72…可撓性ワイヤ、31…高周波プラズマトーチ、32…誘導コイル、33…高周波プラズマ、11…透明ガラス棒、91…マンドレル、93…すす層

出願人 藤倉電線株式会社  
代理人 弁理士 佐藤祐介

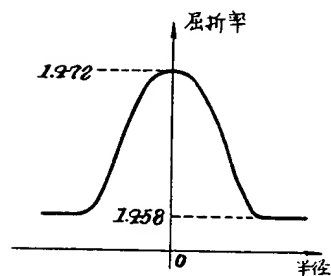
第1図



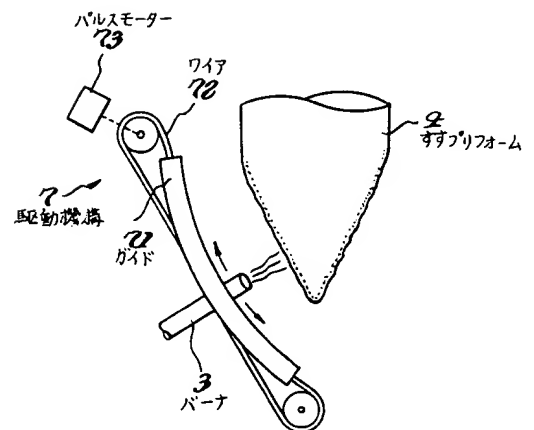
第2図



第3図

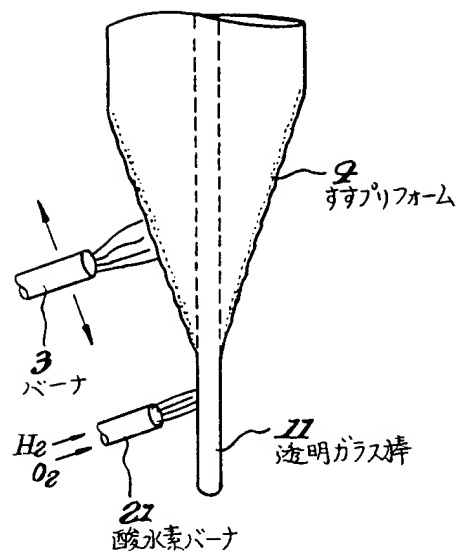


第4図

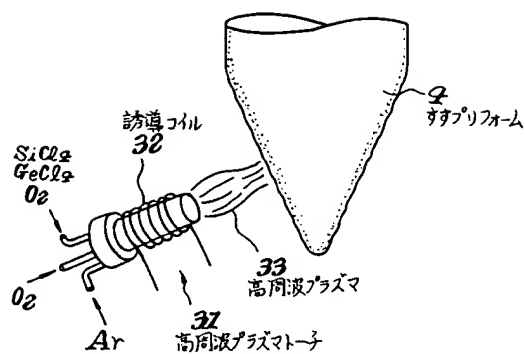




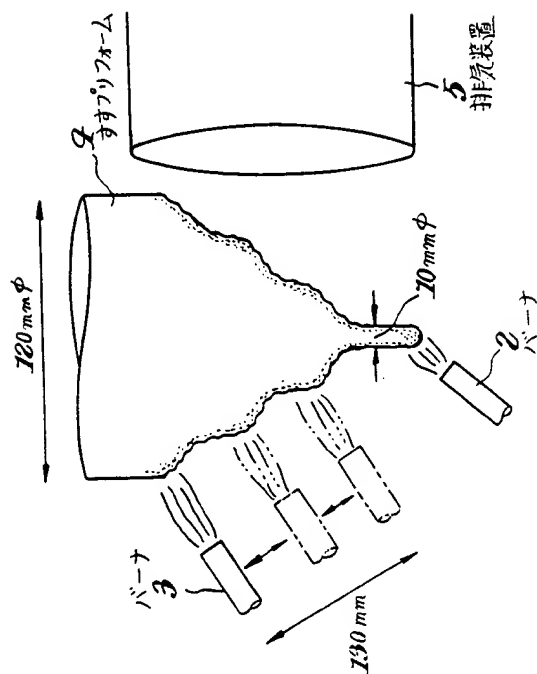
第6図



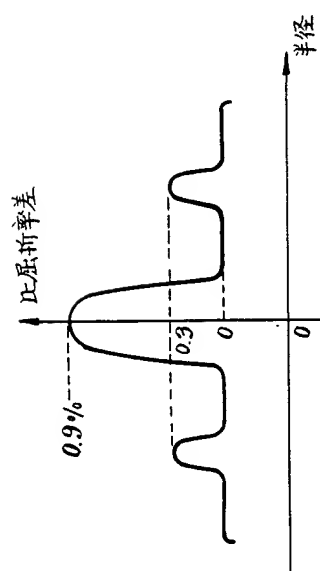
第5図



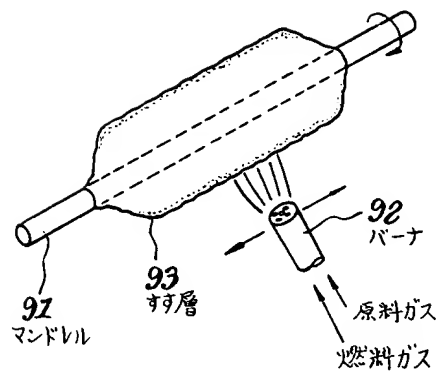
第7図



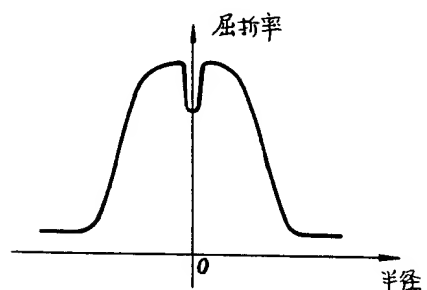
第8図



第9図



第10図



第11図

